

## Selective transfer of elements from one support to another support

Publication number: FR2781925

Publication date: 2000-02-04

Inventor: ASPAR BERNARD; MORICEAU HUBERT; RAYSSAC OLIVIER

Applicant: COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE (FR)

Classification:

- international: B23Q3/08; H01L21/306; H01L21/58; H01L21/68;  
B23Q3/08; H01L21/02; H01L21/67; (IPC1-7):  
H01L21/58

- european: H01L21/58; H01L21/68T

Application number: FR19980009783 19980730

Priority number(s): FR19980009783 19980730

Also published as:



EP0977252 (A1)

US6204079 (B1)

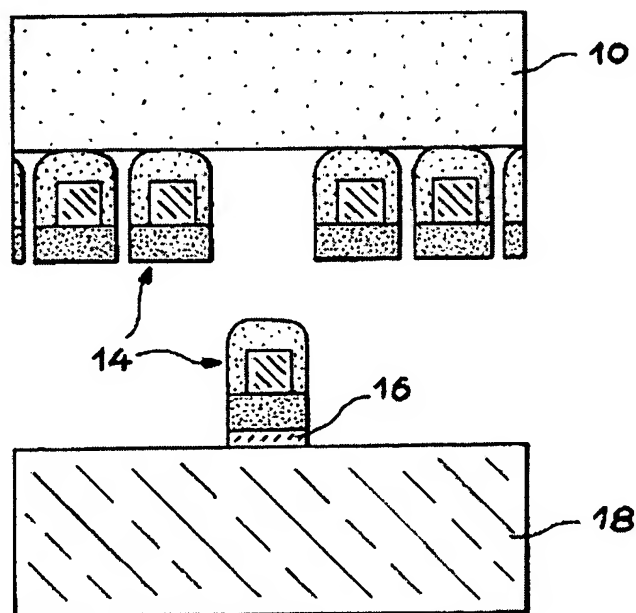
JP2000153420 (A)

Report a data error here

Abstract not available for FR2781925

Abstract of corresponding document: **US6204079**

A process for the selective transfer of elements from a transfer support to a reception support, the elements bonding through a first face to the transfer support according to a defined bonding energy, the elements each having a second face configured to contact with the reception support. Elements to be transferred are transferred by applying a bonding energy between them and the reception support that exceeds the bonding energy between their first face and the transfer support. Elements not to be transferred onto the transfer support are retained.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 781 925

②① N° d'enregistrement national : 98 09783

⑤① Int Cl<sup>7</sup> : H 01 L 21/58

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 30.07.98.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 04.02.00 Bulletin 00/05.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-  
MIQUE Etablissement de caractère scientifique techni-  
que et industriel — FR.

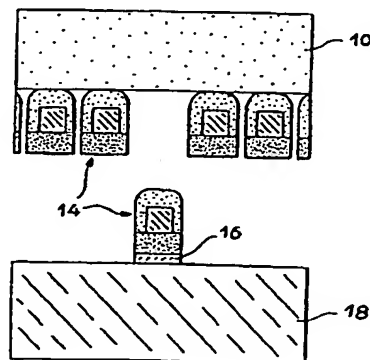
⑦② Inventeur(s) : ASPAR BERNARD, MORICEAU  
HUBERT et RAYSSAC OLIVIER.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : BREVATOME.

⑤④ TRANSFERT SELECTIF D'ELEMENTS D'UN SUPPORT VERS UN AUTRE SUPPORT.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé de transfert sélectif d'éléments (14) depuis un support de transfert (10) vers un support de réception (18), les éléments (14) adhérant par une première face au support de transfert (10) selon une énergie d'adhésion définie, les éléments (14) présentant chacun une seconde face susceptible d'être mise en contact avec le support de réception (18). Le transfert des éléments à transférer est obtenu en leur conférant une énergie d'adhésion avec le support de réception (18) supérieure à l'énergie d'adhésion de leur première face avec le support de transfert (10), des moyens de retenue étant prévus pour retenir les éléments à ne pas transférer sur le support de transfert.



FR 2 781 925 - A1



TRANSFERT SELECTIF D'ELEMENTS D'UN SUPPORT VERS UN  
AUTRE SUPPORT

Domaine technique

5

La présente invention concerne le transfert sélectif d'éléments depuis un support de transfert vers un support de réception.

Elle concerne en particulier le transfert  
10 de puces semiconductrices, partiellement ou complètement achevées, depuis leur substrat initial, sur lequel elles ont été élaborées, vers un nouveau substrat (ou support de réception) qui peut lui-même avoir été traité par les techniques de la  
15 microélectronique.

L'invention permet le transfert de puces, par exemple le transfert de puces de  $1 \text{ cm}^2$  de surface de leur substrat initial sur du verre ou sur un substrat transparent. Elle permet aussi de transférer  
20 des composants optoélectroniques tels que des VCSEL (lasers à cavités verticales) ou de petits morceaux de semiconducteur III-V de leur substrat initial sur des plaquettes de silicium préparées selon les techniques de la microélectronique afin d'obtenir des éléments  
25 semiconducteurs III-V sur silicium. Dans ce cas en général, la taille des puces est plus petite, par exemple de l'ordre de  $1 \text{ mm}^2$  ou moins.

Etat de la technique antérieure

30

Il est connu de rendre solidaire deux surfaces de matériau semiconducteur par la technique dite d'adhésion moléculaire. L'adhésion moléculaire comprend deux types de collage : le collage hydrophile  
35 et le collage hydrophobe. Dans le cas du collage

hydrophile, le collage résulte de l'évolution d'interactions -OH à la surface d'une structure vers la formation par exemple de liaisons Si-O-Si dans le cas d'oxyde de silicium. Les forces associées à ce type d'interaction sont fortes. L'énergie de collage, de l'ordre de 100 mJ/m<sup>2</sup> à température ambiante, atteint 500 mJ/m<sup>2</sup> après recuit à 400°C pendant 30 minutes (valeurs obtenues pour un collage SiO<sub>2</sub> natif ou hydrophile - SiO<sub>2</sub> thermique non poli). L'énergie de collage est généralement déterminée par la méthode de lame divulguée par W.P. MASZARA et al. dans l'article "Bonding of silicon wafers for silicon-on-insulator" paru dans J. Appl. Phys. 64(10), 15 novembre 1988, pages 4943-4950. Pour un collage oxyde de silicium déposé et poli - oxyde de silicium déposé et poli, l'énergie de collage est de l'ordre de 1 J/m<sup>2</sup> pour un recuit sous les mêmes conditions. Par contre, si une surface traitée hydrophile est collée par adhésion moléculaire sur une surface traitée hydrophobe, un collage de très mauvaise qualité est obtenu et les forces de collage sont très faibles : énergie de collage de l'ordre de 100 mJ/m<sup>2</sup> après un recuit à 400°C pendant 30 minutes.

Dans le cas du collage hydrophobe, celui-ci se fait par adhésion moléculaire sans groupement OH. Dans le cas du silicium, le collage par adhésion moléculaire de plaques hydrophobes peut également permettre l'obtention de forces d'adhésion importantes. A titre d'exemple, on peut citer les travaux de Y. BACKLUND et al. mentionnés dans l'article "A suggested mechanism for silicon direct bonding from studying hydrophilic and hydrophobic surfaces" paru dans J. Microelectromech. Microeng. 2 (1992), pages 158-160. Il y est montré qu'après un recuit à 400°C, des forces de

l'ordre de  $1 \text{ J/m}^2$  sont obtenues après un collage de plaques de silicium hydrophobes

#### Exposé de l'invention

5

La présente invention a été conçue pour permettre d'obtenir un transfert sélectif d'éléments depuis un premier support vers un support de réception. Pour parvenir à ce résultat, elle peut en particulier  
10 mettre en oeuvre la technique d'adhésion moléculaire.

L'invention a donc pour objet un procédé de transfert sélectif d'éléments depuis un support de transfert vers un support de réception, les éléments adhérant par une première face au support de transfert  
15 selon une énergie d'adhésion définie, les éléments présentant chacun une seconde face susceptible d'être mise en contact avec le support de réception, le procédé comportant les étapes de :

- définition d'au moins un élément à transférer parmi lesdits éléments, impliquant la  
20 séparation dudit élément à transférer des éléments à ne pas transférer,

- traitement de la seconde face dudit élément à transférer pour lui conférer une énergie  
25 d'adhésion avec le support de réception supérieure à l'énergie d'adhésion de sa première face avec le support de transfert, des moyens de retenue étant prévus pour retenir les éléments à ne pas transférer sur le support de transfert,

30 - mise en contact adhérent de la seconde face dudit élément à transférer avec le support de réception,

- séparation du support de transfert du support de réception afin d'obtenir le transfert du ou  
35 des éléments à transférer sur le support de réception

et le maintien des autres éléments sur le support de transfert.

Le procédé peut comporter les étapes préliminaires suivantes :

- 5                   - formation desdits éléments sur une face d'un substrat initial, les éléments reposant sur ladite face du substrat initial par leur seconde face,
- 10                  - solidarisation de la face du substrat initial comportant lesdits éléments avec le support de transfert de manière que les éléments y adhèrent par leur première face selon ladite énergie d'adhésion définie,

                  - élimination du substrat initial pour permettre aux éléments de présenter leur seconde face.

- 15                  Dans certains cas, il peut être intéressant de traiter les plaques en couches minces plusieurs fois avant le transfert des éléments. On peut ainsi réaliser des dispositifs double face et choisir l'une ou l'autre face comme face de contact.

- 20                  De manière préférentielle, la solidarisation de la face du substrat initial comportant lesdits éléments avec le support de transfert est obtenue par adhésion moléculaire. Dans ce cas, il est avantageux que cette adhésion moléculaire
- 25                  soit réalisée par un ou plusieurs traitements des faces à solidariser du substrat initial et/ou du support de transfert de façon à contrôler l'hydrophilie et/ou l'hydrophobie et/ou une microrugosité satisfaisante pour l'obtention de ladite énergie d'adhésion définie.

- 30                  Avantageusement, un traitement thermique peut être mis en oeuvre, globalement ou localement, pour contribuer à l'obtention de cette énergie d'adhésion. Les éléments peuvent inclure une couche, dite couche d'arrêt, par laquelle ils sont reliés au substrat initial.

- 35                  L'élimination du substrat initial peut être obtenue par

une ou plusieurs techniques parmi : la rectification, l'attaque chimique du substrat initial et/ou de la couche d'arrêt, le polissage, la séparation suite à un traitement thermique le long d'un plan de clivage induit par implantation ionique.

Si les éléments forment une couche continue sur le support de transfert, l'étape de définition d'au moins un élément à transférer peut comporter l'isolement de l'élément à transférer. De façon avantageuse, cet isolement peut être réalisé par gravure chimique, découpe par lame, gravure par laser ou tout autre moyen de découpe. De préférence, lorsque cet isolement est réalisé par gravure, celle-ci est menée de façon à former des pieds de gravure à proximité du support de transfert.

La mise en contact adhérent de la seconde face dudit élément à transférer avec le support de réception peut être obtenue par adhérence moléculaire. Un traitement thermique peut être mis en oeuvre, globalement ou localement, pour contribuer à l'obtention de l'énergie d'adhésion définie entre la seconde face dudit élément à transférer et le support de réception. L'adhésion par adhérence moléculaire de la seconde face dudit élément à transférer et du support de réception peut être obtenue par un traitement de ladite seconde face et/ou de tout ou partie du support de réception. Les moyens de retenue peuvent consister à traiter les éléments à ne pas transférer et/ou des zones du support de réception non aptes à recevoir des éléments de façon qu'il n'y ait pas adhésion entre les éléments à ne pas transférer et le support de réception. Ils peuvent consister à modifier la surface des éléments à ne pas transférer et/ou la surface desdites zones du support de réception non aptes à recevoir des éléments de façon à rendre

l'énergie d'adhésion entre les éléments à ne pas transférer et le support de réception inférieure à l'énergie d'adhésion entre les éléments à transférer et le support de réception et inférieure à l'énergie d'adhésion entre les premières faces des éléments et le support de transfert. Le traitement conférant lesdits moyens de retenue peut être choisi parmi un ou plusieurs des traitements suivants : hydrophilie, hydrophobie, rugosité, traitement thermique, retrait de surface.

Si, lors de l'étape de mise en contact adhérent la seconde face d'éléments à ne pas transférer vient en contact avec le support de réception, les moyens de retenue peuvent consister à traiter la seconde face de ces éléments à ne pas transférer pour lui conférer une qualité de collage hydrophobe avec le support de réception, la seconde face dudit élément à transférer étant traitée pour lui conférer une qualité de collage hydrophile, le support de réception offrant à la seconde face de chaque élément une qualité de collage hydrophile. Ils peuvent aussi consister à traiter la zone du support de réception en regard de la seconde face d'un élément à ne pas transférer pour lui conférer une qualité de collage hydrophobe, la zone du support de réception en regard de la seconde face dudit élément à transférer étant traitée pour lui conférer une qualité de collage hydrophile, toutes les secondes faces des éléments étant traitées pour leur conférer une qualité de collage hydrophile. Il est bien évident que le cas d'un collage hydrophile-hydrophile avec une préparation hydrophobe des zones à ne pas transférer (au niveau des éléments et/ou du support de réception) n'est qu'un exemple car le procédé peut également être mis en oeuvre dans le cas d'un collage hydrophobe-hydrophobe avec traitement hydrophile au



niveau des zones à ne pas transférer (au niveau des éléments et/ou du support de réception). De plus, on peut également modifier fortement les forces d'adhésion et les rendre incompatibles avec un contact adhérent en  
5 modifiant de façon locale la rugosité de surface.

Dans le cas d'un collage par adhésion moléculaire, les traitements thermiques modifient fortement les forces d'adhésion. C'est donc un paramètre important à prendre en compte et il peut  
10 alors être astucieux si l'on veut contrôler localement les forces d'adhésion de réaliser localement un ou plusieurs traitements thermiques pour obtenir les forces d'adhésion souhaitées. Une variante du procédé consiste donc à réaliser localement le traitement  
15 thermique de façon à ne chauffer que les zones où l'on souhaite le transfert entre les éléments et le support de réception. Le chauffage peut être réalisé à l'aide d'un laser ou d'une pointe chauffante. Si toutes les secondes faces des éléments ainsi que le support de  
20 réception sont traités pour leur conférer une qualité de collage de même type, lesdits moyens de retenue peuvent consister soit à effectuer un traitement thermique local, soit à prévoir une absence de contact mécanique entre la seconde face des éléments à ne pas  
25 transférer et le support de réception. Par exemple, cette absence de contact sera liée à un retrait local sur la seconde face et/ou sur le support de réception.

Avantageusement, la séparation du support de transfert et du support de réception est consécutif  
30 à un effort mécanique exercé entre ces supports et consistant en un effort de traction et/ou un effort de cisaillement et/ou un effort de flexion, le tout pouvant être assisté thermiquement.

Le procédé selon l'invention s'applique en  
35 particulier au cas où lesdits éléments comprennent des

composants électroniques, par exemple des puces  
semiconductrices et/ou des éléments passifs. Les  
éléments cités trouvant des applications en  
microélectronique, en optoélectronique ou même dans le  
5 domaine des supraconducteurs.

#### Brève description des dessins

L'invention sera mieux comprise et d'autres  
10 avantages et particularités apparaîtront à la lecture  
de la description qui va suivre, donnée à titre  
d'exemple non limitatif, accompagnée des figures  
annexées 1 à 8 qui sont des vues en coupe transversale  
illustratives de la mise en oeuvre de la présente  
15 invention pour le transfert de puces semiconductrices  
élaborées sur un substrat initial.

#### Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

20

La figure 1 montre un substrat 2, dit  
substrat initial, par exemple en silicium, sur lequel  
on a élaboré des puces semiconductrices 4 selon les  
techniques connues de l'homme de l'art. Une couche  
25 d'arrêt 6, par exemple en oxyde de silicium, peut  
éventuellement être prévue entre les puces  
semiconductrices 4 et le substrat initial 2. Cette  
couche d'arrêt procure l'avantage d'une meilleure  
homogénéité du transfert par la suite car elle  
30 constitue une couche d'arrêt par exemple vis-à-vis  
d'une gravure chimique et/ou d'une gravure par plasma  
sélectif.

Les puces semiconductrices 4 sont destinées  
à être transférées de manière sélectives. Pour ce  
35 faire, la surface du substrat initial présentant les

puces va être préparée pour permettre un collage hydrophile avec une énergie de collage contrôlée. Cette préparation de surface, illustrée par la figure 2, peut comprendre le dépôt d'une couche 8 dans laquelle les

5 puces semiconductrices 4 sont noyées. La couche 8 peut être une couche d'oxyde de silicium ayant subi une opération de planarisation si la topologie de sa surface libre le nécessite.

L'énergie de collage d'une surface peut

10 être contrôlée en jouant sur la rugosité de cette surface. A titre d'exemple, pour un collage par adhésion moléculaire de deux plaques d'oxyde  $\text{SiO}_2$  entre elles (oxyde thermique non poli dans chaque cas), une rugosité de l'ordre de 6 angströms en moyenne

15 quadratique obtenue par attaque HF procure une énergie de collage de l'ordre de  $250 \text{ mJ/m}^2$  après un recuit à une température de  $400^\circ\text{C}$  pendant 30 minutes.

Comme le montre la figure 3, un support de transfert ou poignée 10 est collé sur la face libre de

20 la couche 8. Si les faces collées ensemble de la couche 8 et du support de transfert 10 présentent chacune une rugosité de l'ordre de 6 angströms rms, l'énergie de collage obtenue est de l'ordre de  $250 \text{ mJ/m}^2$ . Pour éviter d'éventuels problèmes d'alignement, la poignée

25 10 peut être transparente (par exemple en verre ou en silice pure).

Le substrat initial est ensuite éliminé (voir la figure 4) par une méthode classique ou une combinaison de méthodes classiques. On peut citer la

30 rectification mécanique, le polissage ou la séparation obtenue suite à un traitement thermique le long d'un plan de clivage induit par implantation ionique. Cette dernière méthode est notamment décrite dans le document FR-A-2 681 472. Cette réalisation peut également être

obtenue par gravure chimique, réactive, sélective ou par ultra-sons.

Les éléments à transférer sont ensuite délimités. On peut par exemple pour cela réaliser des tranchées de délimitation par gravure chimique ou sèche, par une scie circulaire, une scie à disque, par une découpe aux ultra-sons. C'est ce que montre la figure 5 où des tranchées 12, taillées jusqu'au support de transfert 10, délimitent des éléments 14, chaque élément comprenant une puce semiconductrice 4.

Plusieurs configurations sont possibles pour les tranchées. Il est avantageux de prévoir des pieds de gravure, ainsi que le montre la figure 5, afin d'obtenir des amorces de rupture par la suite. Ces pieds de gravure peuvent être obtenus de façon classique par gravure sèche et/ou par attaque chimique préférentielle au niveau de l'interface de collage avec le support de transfert 10.

La surface libre des éléments 14 est ensuite préparée (par exemple : nettoyage de surface et/ou dépôt d'un film très fin d'oxyde) pour avoir un très bon collage hydrophile. Dans certains cas, il peut être nécessaire de réaliser un polissage du type mécano-chimique pour avoir une microrugosité compatible avec le collage par adhésion moléculaire. Par préparation hydrophile, on entend tout traitement de surface qui permet d'obtenir des groupements OH en surface.

La surface libre des éléments qui ne doivent pas être transférés est traitée pour la rendre hydrophobe. Ce traitement permet donc de délimiter des zones hydrophiles et hydrophobes. Les zones peuvent être rendues hydrophobes par exemple à l'aide d'un traitement HF dans le cas de l'oxyde de silicium, par un traitement plasma ou par un autre traitement

chimique localisé. On peut également citer l'utilisation d'un objet qui permet de modifier l'hydrophilie lorsqu'il est mis en contact. A titre d'exemple, on peut citer l'utilisation d'une pointe en téflon<sup>®</sup> dont la taille est égale à la surface à traiter.

La figure 6 illustre de manière symbolique un tel traitement. L'un des éléments 14 est représenté avec un traitement de surface hydrophile 16 tandis que les autres éléments 14 présentent des surfaces hydrophobes.

Ainsi préparé, le support de transfert 10 pourvu des éléments 14 peut être collé sur le support de réception 18 qui a été nettoyé de façon telle que la surface qu'il présente aux éléments 14 est hydrophile. Dans la structure représentée à la figure 7, l'énergie de collage entre les éléments 14 et le support de transfert 10 est de l'ordre de  $250 \text{ mJ/m}^2$ . L'énergie de collage entre l'élément 14 présentant le traitement de surface hydrophile 16 et le support de réception 18 est supérieure à  $500 \text{ mJ/m}^2$ . L'énergie de collage entre les autres éléments 14 présentant un traitement de surface hydrophobe et la surface hydrophile du support de réception 18 est de l'ordre de  $100 \text{ mJ/m}^2$ . On rappelle que les forces de collage peuvent être contrôlées à l'aide d'un traitement thermique, par exemple à une température de  $400^\circ\text{C}$  pendant 30 minutes.

A partir d'une telle structure, il suffit d'exercer un effort mécanique entre les deux supports 10 et 18 pour obtenir, grâce au contrôle des énergies de collage, le transfert d'un élément traité de manière hydrophile sur la surface hydrophile du support de réception 18. Le reste des éléments, qui a été traité de manière hydrophobe, reste sur le support de transfert 10. C'est ce que montre la figure 8.

Le procédé selon l'invention autorise un positionnement précis d'un élément (comprenant une puce semiconductrice) sur son nouveau support à l'aide de moyens standard de lithographie ou, de préférence, à l'aide d'une poignée transparente par alignement optique ou avec une poignée microcristalline pour alignement par rayons X. Il permet le transfert d'éléments en plusieurs fois ou le transfert de plusieurs éléments à la fois. Il permet aussi le transfert de tout type de matériau solide. La taille des puces semiconductrices que l'on peut ainsi transférer peut aller de quelques dizaines de micromètres carrés à plusieurs centimètres carrés.

Le transfert des éléments, selon le procédé de l'invention, n'est assuré que dans les zones où le collage est effectif par contact de surfaces hydrophiles entre les éléments et le support de réception. Pour cela, différentes variantes peuvent être envisagées. La surface des éléments à transférer peut être rendue hydrophile de même que la surface correspondante du support de réception tandis que la surface des éléments à ne pas transférer est rendue hydrophobe (cas décrit ci-dessus).

Selon une autre variante, la surface de tous les éléments est rendue hydrophile de même que la surface correspondante du support de réception en regard des éléments à transférer tandis que les zones du support de réception en regard des éléments à ne pas transférer sont rendues hydrophobes.

Selon encore une autre variante, la surface de tous les éléments est rendue hydrophile de même que la surface du support de réception. Les éléments à ne pas transférer sont mis en retrait. Dans ce cas, seuls les éléments à transférer entrent en contact avec le support de réception. La mise en retrait peut être

obtenue par gravure chimique et/ou gravure sèche, par exemple, si on est en présence de  $\text{SiO}_2$  par gravure chimique avec du HF. Une lithographie peut être réalisée pour délimiter les zones à traiter.

5                    Selon encore une autre variante, la surface de tous les éléments est rendue hydrophile de même que la surface du support de réception dont les zones en regard des éléments à ne pas transférer sont en retrait.

10                   Le procédé selon l'invention s'applique au transfert individuel ou au transfert collectif d'éléments de leur support initial vers leur support de réception. A titre d'exemple, si un substrat comporte 150 puces semiconductrices transférables et que l'on  
15 désire ne transférer que 50 puces à la fois sur le support de réception, on peut, en calculant le pas entre les puces, transférer d'abord 50 puces, puis décaler l'un des supports du pas défini, transférer à nouveau 50 puces, effectuer un nouveau décalage du pas  
20 défini et transférer à nouveau les 50 dernières puces.

                  Une autre variante du procédé consiste à utiliser des traitements chimiques ou physiques qui modifient fortement la rugosité de façon locale. Par exemple, si l'on rugosifie les zones à ne pas coller  
25 par nettoyage chimique de façon à obtenir des rugosités de l'ordre de 15 angströms en moyenne quadratique, même après un nettoyage hydrophile les forces de collage seront tellement faibles que le transfert n'aura pas lieu dans les zones à forte rugosité. Ce traitement  
30 sélectif peut être réalisé sur les éléments à transférer ou sur le support de réception.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de transfert sélectif d'éléments (14) depuis un support de transfert (10) vers un support de réception (18), les éléments (14) adhérant par une première face au support de transfert (10) selon une énergie d'adhésion définie, les éléments (14) présentant chacun une seconde face susceptible d'être mise en contact avec le support de réception (18), le procédé comportant les étapes de :

10 - définition d'au moins un élément à transférer parmi lesdits éléments (14), impliquant la séparation dudit élément à transférer des éléments à ne pas transférer,

15 - traitement de la seconde face dudit élément (14) à transférer pour lui conférer une énergie d'adhésion avec le support de réception (18) supérieure à l'énergie d'adhésion de sa première face avec le support de transfert (10), des moyens de retenue étant prévus pour retenir les éléments à ne pas transférer sur le support de transfert (10),

20 - mise en contact adhérent de la seconde face dudit élément (14) à transférer avec le support de réception (18),

25 - séparation du support de transfert (10) du support de réception (18) afin d'obtenir le transfert du ou des éléments à transférer sur le support de réception et le maintien des autres éléments sur le support de transfert.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes préliminaires suivantes :

30 - formation desdits éléments sur une face d'un substrat initial (2), les éléments reposant sur ladite face du substrat initial (2) par leur seconde face,

35



- solidarisation de la face du substrat initial (2) comportant lesdits éléments avec le support de transfert (10) de manière que les éléments y adhèrent par leur première face selon ladite énergie d'adhésion définie,

- élimination du substrat initial (2) pour permettre aux éléments de présenter leur seconde face.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la solidarisation de la face du substrat initial (2) comportant lesdits éléments avec le support de transfert (10) est obtenue par adhésion moléculaire.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que cette adhésion moléculaire est réalisée par un ou plusieurs traitements des faces à solidariser du substrat initial (2) et/ou du support de transfert (10) de façon à contrôler l'hydrophilie et/ou l'hydrophobie et/ou une microrugosité satisfaisante pour l'obtention de ladite énergie d'adhésion définie.

5. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'un traitement thermique est mis en oeuvre, globalement ou localement, pour contribuer à l'obtention de l'énergie d'adhésion définie entre la face du substrat (2) comportant lesdits éléments et le support de transfert (10).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que les éléments incluent une couche (6), dite couche d'arrêt, par laquelle ils sont reliés au substrat initial (2).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que l'élimination du substrat initial (2) est obtenue par une ou plusieurs techniques parmi : la rectification, l'attaque chimique du substrat initial et/ou de la couche d'arrêt, le polissage, la séparation suite à un

traitement thermique le long d'un plan de clivage induit par implantation ionique.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les  
5 éléments (14) formant une couche continue sur le support de transfert, l'étape de définition d'au moins un élément à transférer comporte l'isolement de l'élément à transférer.

9. Procédé selon la revendication 8,  
10 caractérisé en ce que cet isolement est réalisé par l'une des techniques suivantes : gravure chimique, découpe par lame, gravure par laser.

10. Procédé selon la revendication 9,  
15 caractérisé en ce que, lorsque l'isolement est réalisé par gravure, celle-ci est menée de façon à former des pieds de gravure à proximité du support de transfert (10).

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la mise en  
20 contact adhérent de la seconde face dudit élément (14) à transférer avec le support de réception (18) est obtenue par adhérence moléculaire.

12. Procédé selon la revendication 11,  
25 caractérisé en ce qu'un traitement thermique est mis en oeuvre, globalement ou localement, pour contribuer à l'obtention de l'énergie d'adhésion définie entre la seconde face dudit élément à transférer et le support de réception.

13. Procédé selon la revendication 11,  
30 caractérisé en ce que l'adhésion par adhérence moléculaire de la seconde face dudit élément (14) à transférer et du support de réception est obtenue par un traitement de ladite seconde face et/ou de tout ou partie du support de réception (18).

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens de retenue consistent à traiter les éléments à ne pas transférer et/ou des zones du support de réception non aptes à recevoir des éléments de façon qu'il n'y ait pas adhésion entre les éléments à ne pas transférer et le support de réception.

15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que lesdits moyens de retenue consistent à modifier la surface des éléments à ne pas transférer et/ou la surface desdites zones du support de réception non aptes à recevoir des éléments de façon à rendre l'énergie d'adhésion entre les éléments à ne pas transférer et le support de réception inférieure à l'énergie d'adhésion entre les éléments à transférer et le support de réception et inférieure à l'énergie d'adhésion entre les premières faces des éléments et le support de transfert.

16. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que le traitement conférant lesdits moyens de retenue est choisi parmi un ou plusieurs des traitements suivants : hydrophilie, hydrophobie, rugosité, traitement thermique, retrait de surface.

17. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que, lors de l'étape de mise en contact adhérent la seconde face d'éléments (14) à ne pas transférer venant en contact avec le support de réception (18), lesdits moyens de retenue consistent à traiter la seconde face de ces éléments à ne pas transférer pour lui conférer une qualité de collage hydrophobe avec le support de réception (18), la seconde face dudit élément à transférer étant traitée pour lui conférer une qualité de collage hydrophile, le support de réception (18) offrant à la seconde face de chaque élément une qualité de collage hydrophile.

18. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que, lors de l'étape de mise en contact adhérent la seconde face d'éléments à ne pas transférer venant en contact avec le support de réception, lesdits moyens de retenue consistent à 5 traiter la zone du support de réception en regard de la seconde face d'un élément à ne pas transférer pour lui conférer une qualité de collage hydrophobe, la zone du support de réception en regard de la seconde face dudit 10 élément à transférer étant traitée pour lui conférer une qualité de collage hydrophile, toutes les secondes faces des éléments étant traitées pour leur conférer une qualité de collage hydrophile.

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4, 16, 17 et 18, caractérisé en ce que 15 l'hydrophilie de surface est obtenue par au moins l'une des méthodes suivantes : nettoyage, rugosité et dépôt.

20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4, 16, 17 et 18, caractérisé en ce que 20 l'hydrophobie de surface est obtenue par au moins l'une des méthodes suivantes : nettoyage et pollution par un contact avec du téflon®

21. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, caractérisé en ce que la 25 séparation du support de transfert et du support de réception est consécutive à un effort mécanique exercé entre ces supports et consistant en un effort de traction et/ou un effort de cisaillement et/ou un effort de flexion.

22. Application du procédé selon l'une 30 quelconque des revendications 1 à 21 au cas où lesdits éléments (14) comprennent des composants électroniques.

23. Application selon la revendication 22, caractérisée en ce que les composants électroniques 35 sont des puces semiconductrices (14).

FIG. 1

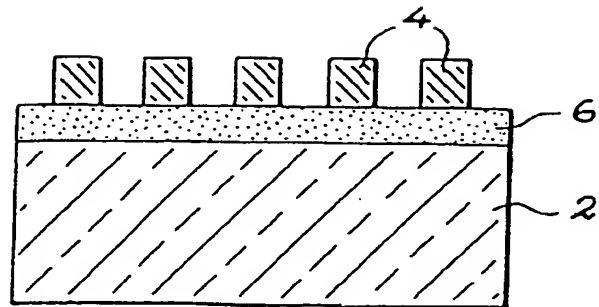


FIG. 2

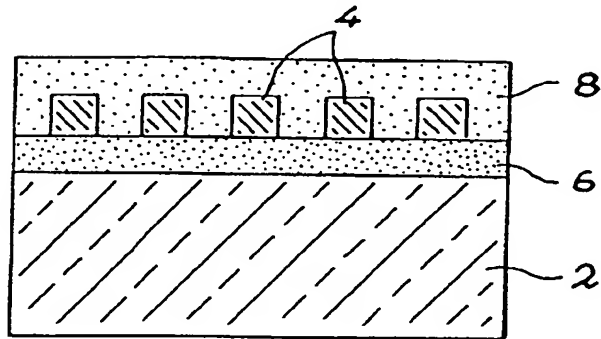


FIG. 3

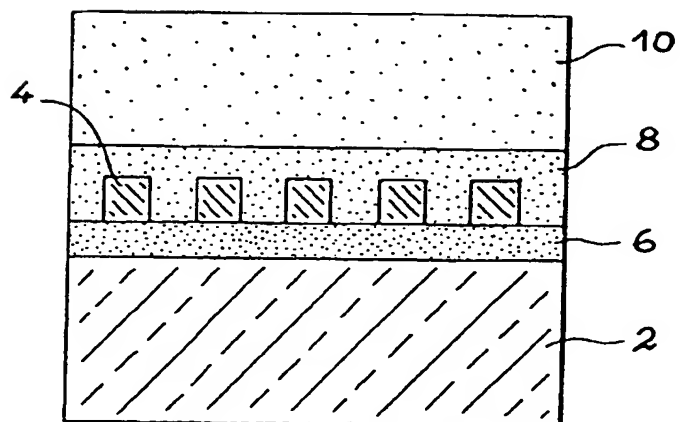


FIG. 4

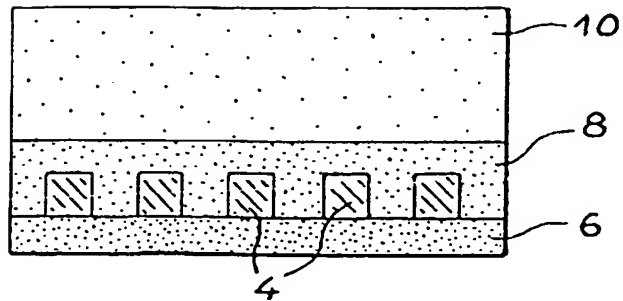


FIG. 5

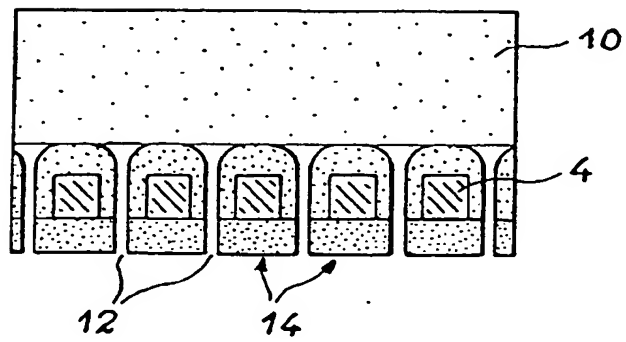


FIG. 6

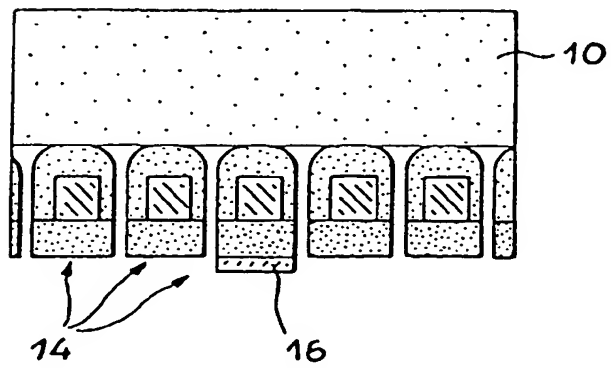


FIG. 7

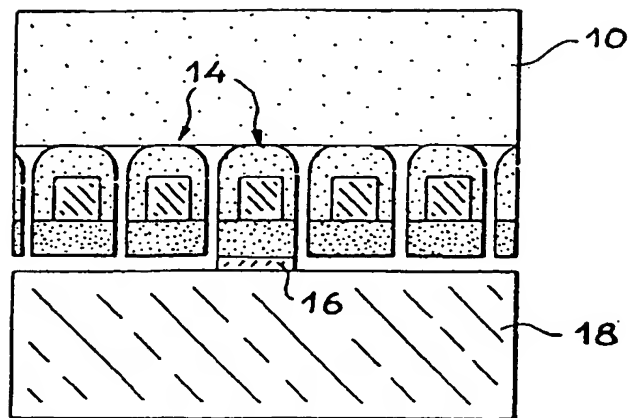
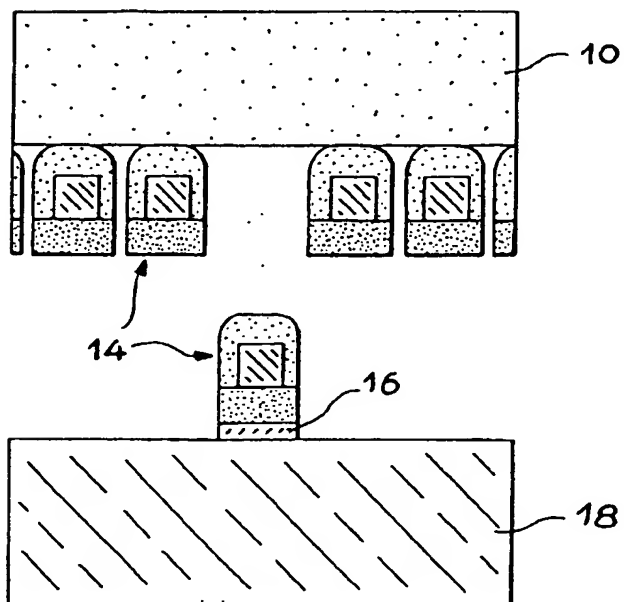


FIG. 8



2781925

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 565066  
FR 9809783

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	US 4 941 255 A (BULL DAVID N) 17 juillet 1990 * revendications 1,2,8 *	1,22,23
Y	DE 44 10 179 C (BOSCH GMBH ROBERT) 23 novembre 1995 * revendications 1,10 *	1,22,23
A	EP 0 029 334 A (SECR DEFENCE BRIT) 27 mai 1981 * revendications 1,10,12 *	1,7
D,A	EP 0 533 551 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 24 mars 1993 * revendication 9 *	1,3
A	WO 94 17551 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 4 août 1994 * revendication 1 *	1,11
D,A	MASZARA W P ET AL: "BONDING OF SILICON WAFERS FOR SILICON-ON-INSULATOR" 15 novembre 1988, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, VOL. 64, NR. 10, PART 1, PAGE(S) 4943 - 4950 XP000050002	4
A	WO 94 17550 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 4 août 1994	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H01L
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
13 avril 1999		De Raeve, R
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons Δ : membre de la même famille, document correspondant</p>		



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**